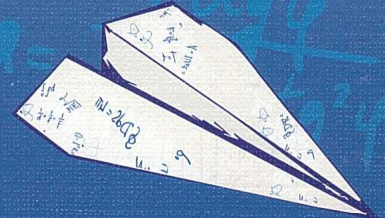
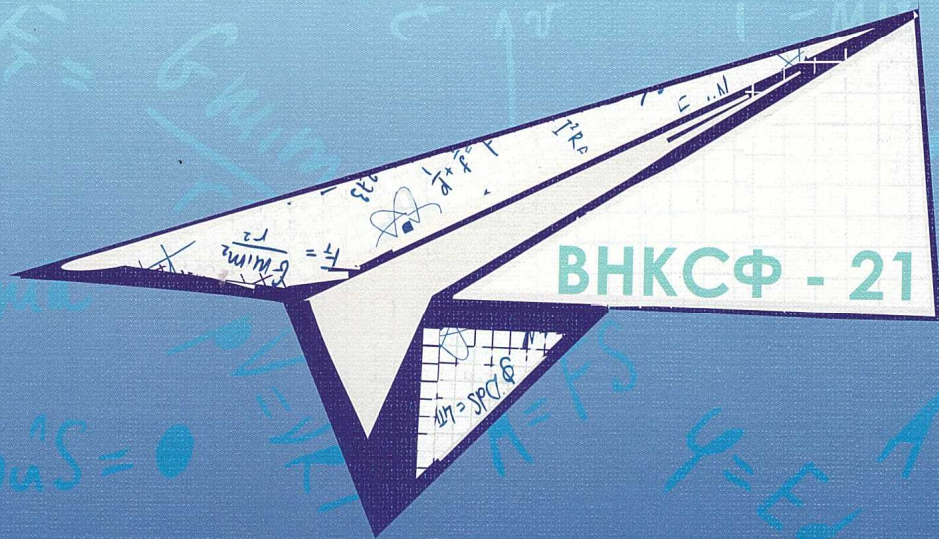


Двадцать первая Всероссийская конференция студентов - физиков и молодых ученых



материалы конференции
26.03 - 2.04.2015

Ассоциация студентов-физиков и молодых учёных России
Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского
Институт электрофизики УрО РАН
при поддержке и участии:
Омского научно-исследовательского института приборостроения
при участии:
Омского государственного педагогического университета

В Н К С Ф – 21

Двадцать первая Всероссийская
научная конференция студентов-физиков и молодых учёных



Россия

Материалы конференции
Информационный бюллетень

Омск

2015

ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ВЫПУСК:
Александр Арапов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Связь по интернет, общее редактирование: Александр Арапов (Екатеринбург)

Обработка содержательной части тезисов по секциям: научные секретари – эксперты секций - члены научного комитета конференции ВНКСФ-21, данные о которых напечатаны в разделе «*Состав научного комитета конференции ВНКСФ-21*», страницы 42 - 45

Компьютерная верстка, редактирование: Арапов Александр, Арапова Елизавета, Бураева Елена (Ростов-на-Дону).

Составление информации первой части сборника: Арапов Александр, Москвитин Александр (Омск), Нефедов Виктор, Дергачева Евгения (Ростов-на-Дону)

Фото: Александр Арапов, Иван Пуланов (Екатеринбург), Иван Поздняков (Новосибирск), Екатерина Сизова (Кемерово), Давид Хаинбашев (Ростов-на-Дону), Сергей Белых (Ставрополь).

Дизайн: Виктория Городная (Омск), Александр Арапов.

Работа над диском, обработка базы данных CD: Арапова Елизавета, Арапов Александр.

Программирование, автоматизация: Алексей Исаков (Екатеринбург), Елизавета Арапова.

Сборник тезисов, материалы Двадцать первой Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-21, Омск): материалы конференции, тезисы докладов: В 1 т.Т.1 – Екатеринбург - Омск: издательство АСФ России, 2015.

В сборнике представлены тезисы докладов, посвященных различным аспектам современной физики, представленные на Двадцатой первой Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых, проходившей в Омске с 26 марта по 2 апреля 2015 г., а также итоги конференции ВНКСФ-20 и другие материалы о деятельности АСФ России.

380 тезисов 602 страницы формата А4. Копия сборника на диске с персональными анкетами и фото участников конференции прилагается. С публикацией на сайте www.asf.ural.ru

Сборник предназначен для преподавателей, аспирантов, студентов, научных работников и прочих интересующихся современной физикой людей, работающих в области физических наук и смежных с нею областях.

Подготовка и проведение конференции ВНКСФ-21, а также выпуск сборника тезисов конференции осуществлены при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (РФФИ, грант 15-32-10032-мол-г).

Оргкомитет конференции выражает благодарность Омскому государственному университету, Омскому научно-исследовательскому институту приборостроения, Институту электрофизики УрО РАН за содействие в проведении конференции, а также всем ученым – физикам Омска и Российской Федерации за активное участие в конференции!

© Ассоциация студентов – физиков и молодых ученых России, 2015 г.

620063, Екатеринбург, а.я. 759, тел: (926) 386-65-87, e-mail: asf@asf.ur.ru

Чертавских Юлия Владимировна, магистрант 1 года обучения
Томск, Томский политехнический университет, физико-технический институт
Об уточнении параметров основного состояния молекулы cis - C₂H₂D₂ на основе анализа колебательно-вращательного спектра полосы ν_{12}
Бехтерева Елена Сергеевна, д.ф.-м.н.
e-mail: ch-yuliya28@mail.ru стр. 415

Чжан Фап Цэ, 4 курс
Томск, Томский политехнический университет, физико-технический институт
Анализ колебательно-вращательной структуры спектра полосы ν_7 молекулы C₂D₄
Улеников Олег Николаевич, д.ф.-м.н.
e-mail: 1946529618@qq.com стр. 416

Шутов Илья Владиславович, 3 курс
Ижевск, Удмуртский государственный университет, физико-энергетический институт
Исследование пористости микрокристаллического гетита методом БЭТ
Кривилев Михаил Дмитриевич, к.ф.-м.н.
e-mail: shutiny@gmail.com стр. 417

Яковлева Екатерина Александровна, 4 курс
Екатеринбург, Уральский федеральный университет, институт естественных наук, физический институт
Влияние состава и внешних воздействий на электрические свойства материалов La_{2-x}Sr_xNiO₄
Мельникова Нина Владимировна, к.ф.-м.н.
e-mail: katrina.yakovleva@inbox.ru стр. 419

Для анализа экспериментальных данных была использована модель колебательно-вращательного эффективного гамильтониана, полученная на основе использования свойств симметрии. Данная модель гамильтониана учитывает наличие резонансных взаимодействий и имеет следующий вид [3]:

$$H^{vib.-rot.} = \sum_{\nu, \bar{\nu}} |\nu\rangle \langle \bar{\nu}| H^{\nu\bar{\nu}} \quad (1)$$

Диагональные блоки гамильтониана в данном выражении, описывающие вращательную структуру невозмущенных колебательных состояний, имеют вид оператора Уотсона [4]:

$$\begin{aligned} H^{\nu\nu} = & E^{\nu} + [A^{\nu} - \frac{1}{2}(B^{\nu} + C^{\nu})]J_z^2 + \frac{1}{2}(B^{\nu} + C^{\nu})J^2 + \frac{1}{2}(B^{\nu} + C^{\nu})J_{xy}^2 \\ & - \Delta_K^{\nu}J_z^4 - \Delta_{JK}^{\nu}J_z^2J^2 - \Delta_J^{\nu}J^2 - \delta_K^{\nu}[J_z^2, J_{xy}^2]_+ - 2\delta_J^{\nu}J^2J_{xy}^2 \\ & + H_K^{\nu}J_z^6 + H_{KJ}^{\nu}J_z^4J^2 + H_{JK}^{\nu}J_z^2J^4 + H_J^{\nu}J^6 \\ & + [h_K^{\nu}J_z^4 + h_{JK}^{\nu}J_z^2J^2 + h_J^{\nu}J^4, J_{xy}^2]_+ + L_K^{\nu}J_z^8 + L_{KKJ}^{\nu}J_z^6J^2 + L_{JK}^{\nu}J_z^4J^4 + \dots, \end{aligned} \quad (2)$$

где $J_{xy}^2 = J_x^2 - J_y^2$, $[A, B]_+ = AB + BA$ и J_a - компоненты углового момента в системе координат связанной с молекулой; $A^{\nu}, B^{\nu}, C^{\nu}$ - эффективные вращательные постоянные, связанные с колебательными состояниями (ν); E - центр полосы; $\Delta_K^{\nu}, \Delta_{JK}^{\nu}, \Delta_J^{\nu}, \dots$ - параметры центробежного искажения различного порядка.

В результате анализа спектра, который проводился методом комбинационных разностей, нами было проинтерпретировано 577 линий поглощения полосы ν_7 , из которых были определены 206 колебательно-вращательных энергий состояния ($\nu_7=1$). Полученные из эксперимента результаты были использованы для расчета параметров эффективного гамильтониана (1) - (2).

Список публикаций:

- [1] Макушкин Ю.С. Симметрия и ее применения к задачам колебательно-вращательной спектроскопии молекул. Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1990, Ч. 1, 248 с.
 [2] Герцберг Г. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. М.: Изд-во иностранной литературы, 1949, 647 с.
 [3] Макушкин Ю.С. Симметрия и ее применения к задачам колебательно-вращательной спектроскопии молекул. Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1990, Ч. 2, 234 с.
 [4] Watson. J.K.G. // Mol. Phys. 1968. V 15. P 479.

Исследование пористости микрокристаллического гетита методом БЭТ

Шутов Илья Владиславович

Анкудинов Владимир Евгеньевич, Антонова Александра Сергеевна

Удмуртский государственный университет

Кривилев Михаил Дмитриевич, к.ф.-м.н.

shutiny@gmail.com

Гетит — один из самых стабильных широко встречающихся в природе гидроксидов, отвечающий за сорбцию в малогумусных почвах. Большая удельная поверхность достигается в результате формирования большого количества микрокристаллов, имеющих значительную адсорбционную активность. В нашей работе мы ставим целью исследование пористых характеристик химически осажденного гетита методом газовой полимолекулярной адсорбции. Математическое и экспериментальное описание физической адсорбции может дать метод БЭТ (Брунауэра, Эммета, Теллера), позволяющий определить удельную поверхность адсорбента по заданному числу точек на адсорбционной изотерме, построенной по линейному уравнению БЭТ:

$$\frac{p/p_0}{a(1-p/p_0)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C-1)p/p_0}{V_m C}, \quad (1)$$

где p/p_0 — отношение парциальных давлений газа-адсорбата и газа-носителя, a — величина адсорбции (масса газа, адсорбированного при относительном давлении), V_m — объем монослоя на поверхности адсорбента, C — константа БЭТ, характеризующая взаимодействие адсорбента и адсорбата, определяющая энергию адсорбции в слое [1].

Теория БЭТ основана на кинетической модели адсорбционного процесса, выдвинутой Ленгмюром, в которой поверхность твердого тела рассматривается как совокупность адсорбционных мест [2]. В состоянии динамического равновесия скорость конденсирующихся на свободных местах молекул газовой фазы равна скорости испарения молекул с занятых мест. Метод БЭТ заключается в адсорбции газа пористым материалом при постоянной температуре. Рассчитывая экспериментально количество адсорбированного газа и фиксируя его парциальное давление, строится зависимость (адсорбционная изотерма) по уравнению (1). Классический линейный метод БЭТ позволяет исследовать образцы с размерами пор в интервале от 0,01 до 10 мкм [3]; в нашей работе производилось исследование полной изотермы адсорбции и десорбции для всего диапазона парциальных давлений.

Исследование гетита производилось на приборе СОРБИ-MS, позволяющем измерять удельную поверхность и пористость образцов методом газовой полимолекулярной адсорбции монослоя, где в качестве газа адсорбата используется азот, а в качестве носителя — гелий. Перед началом работы производились абсолютная и относительная градуировки. Абсолютная градуировка, основанная на впрыскивании газа известного объема при данной температуре и атмосферном давлении, используется для определения адсорбированных объемов во всем диапазоне p/p_0 и необходима для всех измерений. Относительная градуировка основывается на измерении удельной поверхности государственного стандартизированного образца (ГСО) Al_2O_3 с аттестованными характеристиками $S_{уд.} = 80 \text{ м}^2/\text{г.}$, $m_{обр.} = 0,0979 \text{ г.}$ Значение массового расхода смеси газов при градуировке и измерении составляет $60 \text{ см}^3/\text{мин.}$, давление газа в тракте прибора составляет $0,3 \text{ МПа}$ [4].

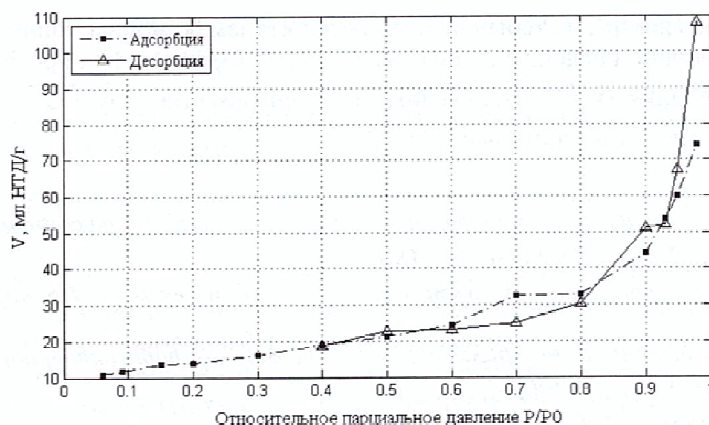


рис. 1. Измеренные изотермы адсорбции и десорбции гетита

Используемый в эксперименте препарат гетита $FeO(OH)$ получали смешиванием растворов нитрата железа(III) и щелочи при перемешивании. Суспензию старили при температуре 70°C в течение 60 часов, осадок отфильтровывали, несколько раз промывали дистиллированной водой и сушили на воздухе. Подобный способ получения гетита в целом имитирует формирование микрокристаллического гетита в природных системах, предложен в [5] и позволяет сформировать устойчивые конгломераты кристаллов средней плотностью $\rho = 4,26 \text{ г/см}^3$, размерами порядка 1 мкм. Перед началом эксперимента проба сушилась в атмосфере азота при температуре 60°C в течение 2 часов. В работе получены данные для образца массой $m_{обр.} = 0,1423 \text{ г.}$ при постоянной температуре (рис. 1) на всем диапазоне парциальных давлений.

В результате работы измерены и рассчитаны характеристики порошка гетита: для прямой классического БЭТ $p/p_0 \in (0,06; 0,20)$ величина удельной поверхности $S_{уд.} = 50,8 \pm 1,5 \text{ м}^2/\text{г.}$, удельный объем монослоя образца $V_m = 11,66 \text{ мл}$, константа БЭТ $C = 119$, (объем газа адсорбата, поглощенного мономолекулярным слоем образца принимался равным $S_0 = 4,35 \text{ м}^2/\text{нсм}^3$ [4], удельная поверхность рассчитывалась по формуле: $S_{уд.} = S_0 V_m$). Доля пор с размерами от 5 до 20 нм в общем объеме составило порядка 30 %, что подтверждается наличием на рис. 1 адсорбционного гистерезиса, связанного с эффектом запаздывания образования менисков при адсорбции с $p/p_0 > 0,8$. Допуская, что форма пор цилиндрическая, по точке основания петли гистерезиса с помощью уравнения Кельвина (Зигмонди) вычислялся минимальный размер пор, в которых имеет место капиллярная конденсация. Объем адсорбированного газа для данных парциальных давлений составлял до 30% от общего, что позволяет сделать вывод о доле пор капиллярной конденсации наноразмерного диапазона. Согласно паспорту установки, относительная ошибка при градуировке составляет 5 %. Следовательно,

наблюдаемое в области высоких значений p/p_0 расхождение $\sim 20\%$ между изотермами адсорбции и десорбции означает, что мы действительно наблюдаем явление гистерезиса. Таким образом, расчет удельной поверхности и пористости позволит в дальнейшей работе оценить химическую активность вещества, что является одним из важных физико-химических свойств материалов.

Список публикаций:

- [1] Брунауэр С. // *Адсорбция газов и паров*. Т. 1. М.: ИЛ 1948. С. 783.
 [2] Пальтиель Л.Р., Вольнец Н.Ф. // *Коллоидная химия*. СПб.: СЗТУ. 2004. С. 68.
 [3] Грег С., Синг К. // *Адсорбция. Удельная поверхность. Пористость*. М.: Мир 1984. С. 783.
 [4] *Руководство по эксплуатации СОРБИ-MS*. Новосибирск: ЗАО "МЕТА". 2012. С. 52.
 [5] Cornell R.M., Schwertmann U. // *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2006. P. 703.

Влияние состава и внешних воздействий на электрические свойства материалов $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$

Яковлева Екатерина Александровна

Кадырова Надежда Ивановна

Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина

Институт химии твердого тела УрО РАН

Мельникова Нина Владимировна, Чупахина Татьяна Ивановна

katrina.yakovleva@inbox.ru

Одним из основных направлений в развитии микроэлектроники является повышение быстродействия электронных устройств с сохранением или уменьшением их габаритов. Материалы $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$ являются перспективными для элементов конструкций электрохимической и микроэлектронной техники, например, в качестве диэлектрика в конденсаторах, благодаря наличию высоких значений диэлектрической проницаемости и ее слабой зависимости от температуры и частоты приложенного электрического поля [1,2]. Цель работы – исследовать влияние замены части атомов никеля на атомы других переходных металлов на свойства материала $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$, а также выявить влияние внешних воздействий (температуры, частоты электрического поля, высоких давлений) на электрические свойства материалов $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_4$, $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_4$, $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Cu}_{0,2}\text{O}_4$.

Синтез мелкодисперсных порошков твердых растворов $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Ni}_{2-y}\text{M}_y\text{O}_4$ осуществляли по методике, описанной в работе [3] с использованием карбоновых кислот и их производных в качестве компонента нитратно-органической композиции. Показано, что вне зависимости от состава реакционной смеси процесс формирования структуры типа K_2NiF_4 и получение однофазных продуктов с $\text{M} = \text{Co}$ и Cu происходит при 1000°C , $\text{M} = \text{Fe}$ – при 1200°C . Параметры ячеек образцов указаны в таблице.

Материал	$\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Cu}_{0,2}\text{O}_4$	$\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_4$	$\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_4$
Параметры ячейки			
<i>a</i> , нм	0,38282(1)	0,384734(2)	0,38622(1)
<i>c</i> , нм	1,27827(4)	1,26226(5)	1,26940(4)

Электрические свойства материала исследовали с помощью универсального анализатора частотного отклика Solartron 1260A и системы RCL-2010 в частотном диапазоне от 1 мГц до 32 МГц. Измерения с точностью 0.1% проводили по группе программно выбранных по частоте точек, при амплитуде возбуждающего сигнала 20-100 мВ. Температурные исследования электрических характеристик в области 10 - 300 К проводили в автономном криостате замкнутого цикла с двухступенчатым криогенным рефрижератором DE-204SL, основанным на цикле Гиффорда-МакМагона, с использованием гелиевого водоохлаждаемого компрессора.

Материалы характеризуются активационным типом проводимости в области исследованных температур. Энергия активации $\text{La}_{1,875}\text{Sr}_{0,125}\text{NiO}_4$ составляет 0.15 эВ, $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_4$ - 0.12 эВ, $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_4$ - 0.11 эВ. На температурной зависимости диэлектрической проницаемости $\text{La}_{1,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_4$ наблюдается локальный максимум в окрестности 210 К (рис. 1), и при температурах, выше 210 К, начинается быстрый рост тангенса угла потерь (рис. 2).